



Màster universitari en **Formació del Professorat d'Educació Secundària  
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

## Treball de fi de màster

Títol: *Creació del mòdul “programació de robots industrials” al cicle formatiu de grau mitjà de mecanització*

Cognoms: *Altirriba Claramunt*

Nom: *Jordi*

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat,  
Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Formació Professional

Director/a: Noelia Olmedo Torre

Data de lectura: 11 Juny 2018



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Facultat d'Informàtica de Barcelona

# Índex

1.	Introducció .....	2
1.1	Motivació.....	2
1.2	El robot industrial al sector del metall.....	3
1.3	Objectius .....	8
2	Identificació i context del problema.....	9
2.1	El centre i l'entorn.....	9
2.2	El cicle formatiu.....	10
2.2.1	Organització actual dels mòduls del cicle formatiu .....	11
3	Descripció de la proposta.....	12
3.1	Viabilitat.....	12
3.2	Nova organització dels mòduls .....	12
3.3	Descripció del nou mòdul.....	14
3.3.1	Nuclis formatius .....	14
3.3.2	Estratègies metodològiques i organització del mòdul professional .....	15
3.3.3	Avaluació i qualificació del mòdul professional.....	15
3.3.4	Espais, equipaments i recursos del mòdul professional .....	15
3.3.5	Programació de la Unitat Formativa .....	16
3.4	Nous equips i recursos .....	24
3.4.1	Cel.la robotitzada Fanuc i simulador Fanuc Roboguide.....	24
3.5	Limitacions.....	26
4	Avaluació i seguiment.....	27
5	Conclusions .....	28
	Bibliografia .....	29

## 1. Introducció

### 1.1 Motivació

La idea d'introduir un nou mòdul de robòtica industrial al cicle formatiu de mecànica sorgeix de la meua experiència laboral en el món de la producció per mecanització i de l'experiència que he tingut durant les pràctiques al cicle formatiu de grau mitjà de mecanització. Aquí és on m'he adonat que la majoria dels continguts que s'utilitzen són els mateixos que quan vaig estudiar fa més de deu anys el cicle formatiu de grau superior de fabricació per mecanització. Tenint en compte la ràpida evolució de les tecnologies vaig tenir la sensació que algunes vegades els alumnes reben classes d'història de la mecànica enlloc del que realment necessiten per adquirir nous coneixements tècnics que s'adaptin més a la realitat que els envolta. També cal dir que les empreses que participen en la formació en centres de treball estan interessades en que els alumnes tinguin coneixements per poder operar amb robots industrials, ja sigui perquè disposen actualment d'aquesta tecnologia, o bé perquè estan interessats en disposar d'ella a curt o mitjà termini ja que actualment són més assequibles, permeten reduir costos i amortitzar-les en terminis relativament curts.

Al cap i a la fi és una manera d'adaptar els alumnes a les modificacions laborals, tal i com correspon a la formació professional, que segons el *Ministeri d'Educació, Cultura i Esport* defineix de la següent manera:

*“La Formació professional del sistema educatiu a Espanya prepara l'alumnat per l'activitat en un camp professional i adaptar-se a les futures modificacions laborals, així com pel seu desenvolupament personal i permet la seva progressió en el sistema educatiu”.<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> <https://www.mecd.gob.es/educacion/mc/lomce/fp.html>

## 1.2 El robot industrial al sector del metall

Si retrocedim a la indústria del segle passat podríem estar d'acord amb la definició que fan al seu blog Cano & León (2018), professor d'enginyeria mecànica i professor de filosofia on escriuen que *“durant les dos primeres revolucions industrials la cooperació obrera a la fàbrica es reduïa bàsicament a la coordinació de tasques manuals simples dintre d'un sistema mecànic totalment predefinit, en el que cada treballador era intercanviable i exercia únicament les tasques que la tècnica mecànica de la època no estava en condicions de realitzar per si mateixa. La cooperació es limitava a representar una espècie de coreografia prèviament dissenyada per la direcció tècnica de les plantes de producció”*.



Figura 1. Treballadores en una fàbrica de producció mecànica.  
Font: [factoriahistorica.wordpress.com](http://factoriahistorica.wordpress.com)

Actualment la major part de la indústria requereix de professionals amb competències en diferents àmbits, interdisciplinaris i que siguin capaços d'adaptar-se ràpidament als canvis que es produeixen.

Per això cal també preparar els futurs professionals durant la seva etapa formativa. És per tant imprescindible actualitzar els continguts amb els que es formen al mateix ritme en els que s'està produint el canvi a l'exterior o bé anticipar-s'hi. Per això cal donar flexibilitat i autonomia als protagonistes de la FP (centres i empreses) que permetin adequar els continguts curriculars a l'accelerada dinàmica de cada sector amb una regulació administrativa que ajudi a aquesta adaptació i la cooperació de centres i empreses amb el recolzament de les administracions (García-Lombardía, 2018).

Està demostrat que el 36% dels llocs de treball a Espanya es troben en una alta probabilitat d'automatització (Doménech, Ramón, Miriam, & Alejandro, 2018) (Figura 2), entre els quals apareix el sector de la producció que es troba en la zona de probabilitat mitja i alta. Ens fixem sobretot en aquest sector ja que és el principal destí de la majoria d'alumnes que realitzen el cicle formatiu de mecanització i serà el que tractarem en aquest projecte.

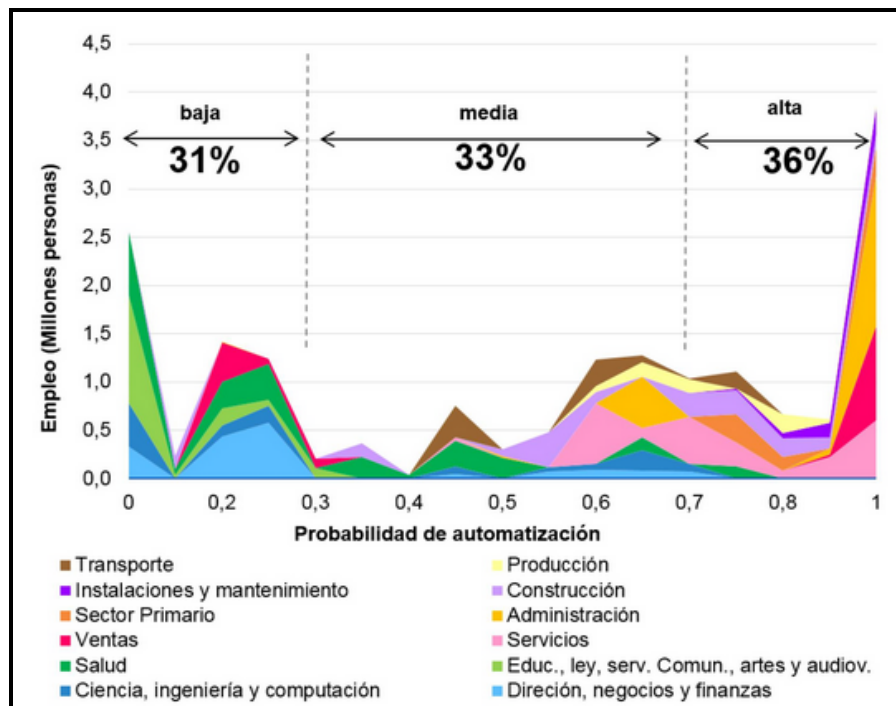
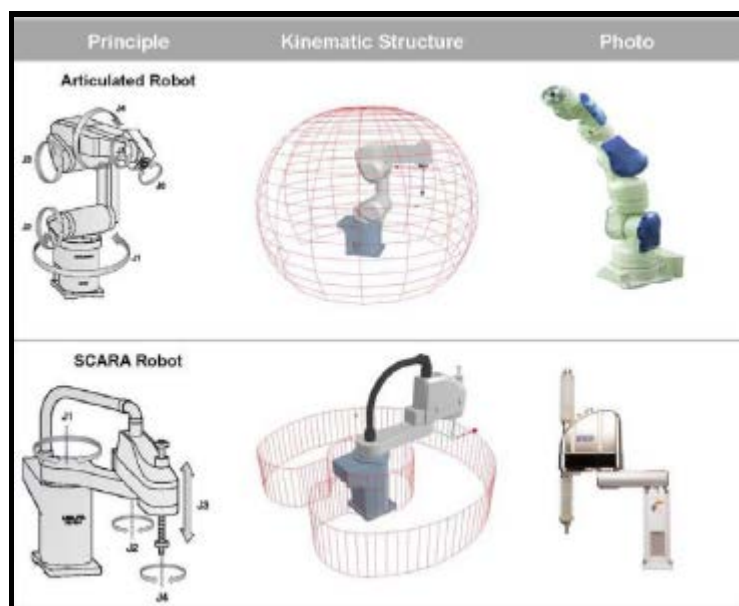


Figura 2. Distribució del treball per ocupació segons la probabilitat d'automatització (promig 2011-2016).  
Font: BBVA Research a partir de FREY y Osborne (2016) i INE.

Abans de continuar convé recordar què entenem per robot industrial per tal de comprendre les estadístiques realitzades per l'Asociación Española de Robótica y Automatización Tecnológicas de la Producción (AER-ATP) que es mostren més endavant:

Així segons la UNE-EN ISO 8373, “un robot industrial es un manipulador multifuncional, controlat automàticament, reprogramable en tres o més eixos, que pot estar fix o mòbil per ús en aplicacions d'automatització industrial”.<sup>2</sup>

A la Figura 3 es mostra gràficament la classificació dels tipus de robots industrials que es tenen en compte a l'hora de realitzar aquestes estadístiques.



<sup>2</sup> <http://www.aer-automation.com/aer-atp/robotica-industrial-y-de-servicio/>

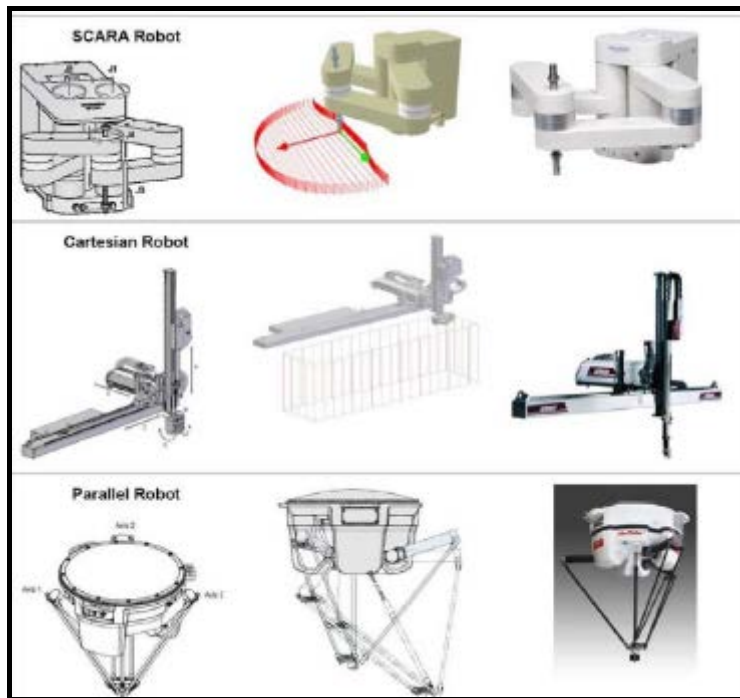


Figura 3. Classificació dels robots industrials. Font: AER-ATP

No hem de confondre el robot industrial amb el que es coneix com a robot de servei (Figura 4), que el Comit  ISO TC 184/SC2 defineix com “*tot tipus de robot que no  s industrial*” i la Federació Internacional de Rob tica (IFR) li dona la següent definició:

*“Robot que opera de forma parcial o totalment aut noma al servei del benestar dels éssers humans i d’equipaments, excloent-hi operacions manufactureres”*<sup>3</sup>

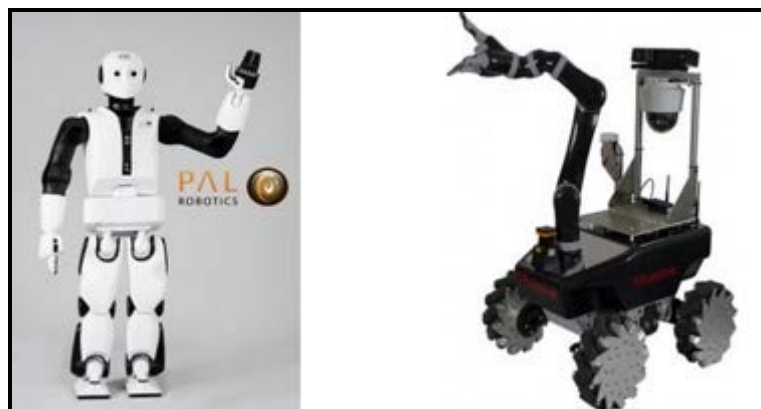


Figura 4. Exemples de robot de servei. Font: AER-ATP

Ara, per tant, ens centrarem en estudis de l’AER-ATP (2017) que analitzen la presència del robot industrial a la indústria i no en l’automatització en termes generals com s’assenyalava en la Figura 2.

<sup>3</sup> <http://www.aer-automation.com/aer-atp/robotica-industrial-y-de-servicio/>

Com a conseqüència de l'automatització el robot industrial s'ha fet lloc en diverses aplicacions, entre les que destaca per sobre de tot la manipulació i càrrega/descàrrega de màquines amb una presència del 57,1%, seguida per l'aplicació de soldadura amb un 19,3% (Figura 5). Ressaltem la forta presència de l'aplicació de manipulació i càrrega/descàrrega ja que el mòdul de robòtica industrial que definirem més endavant girarà entorn a una activitat amb tal finalitat.

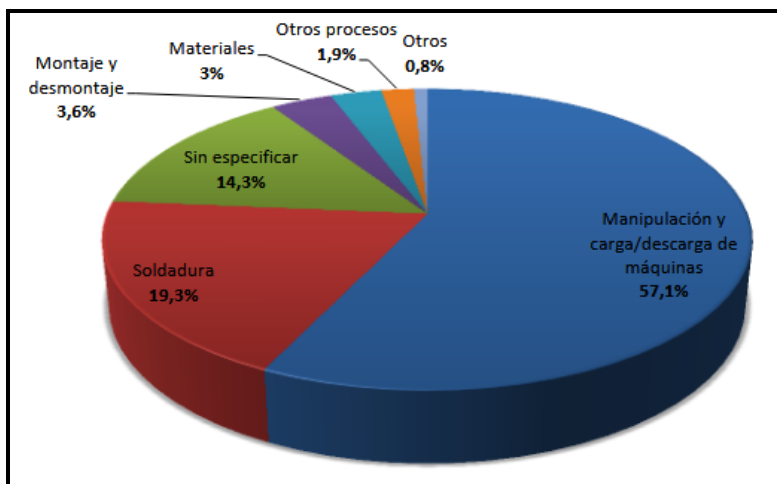


Figura 5. Distribució de robots per aplicacions. Any 2016. Font: AER-ATP

Si focalitzem més en les dades que conformen l'aplicació de manipulació i càrrega/descàrrega veiem una classificació on es mostra la forta presència de robots industrials en el sector del metall, en especial el punt 114 *Manipulació en màquines-eina* (Taula 1). Destaquem aquesta dada ja que el cicle formatiu que es tracta en aquest projecte té com un dels objectius capacitar a l'alumne per ocupar el lloc de treball d'operador de màquines-eina (veure apartat 2.2) i és el principal destí laboral d'aquests.

Taula 1. Distribució dels robots per aplicacions. Any 2016. Font: AER-AT

	Aplicaciones 2016	Cartesiano / Lineal	SCARA	Articulado	Cilíndrico / Esférico	Paralelo	Total uds.
100	Manipulación y carga/descarga de máquinas	5	64	1.696		75	1.840
111	Manipulación en fundición de metales		10	84		1	95
112	Manipulación en moldeo de plástico			133			133
113	Manipulación en estampación, forja y doblado			84			84
114	Manipulación en máquinas herramienta	5	3	449			457
115	Manipulación carga y descarga de máquinas para otros procesos			181			181
116	Manipulación: medición, inspección, ensayo		6	75			81
117	Manipulación para paletizado		9	295		23	327
118	Manipulación para empaquetado, recogida y colocación		29	113		51	193
119	Manipulación: otros no especificados		7	282			289

Si analitzem les dades per sectors de la Figura 6 destaca la forta presència de robots en l'automoció amb un 48,2%, seguit per el sector del metall amb una presència del 19,2%.

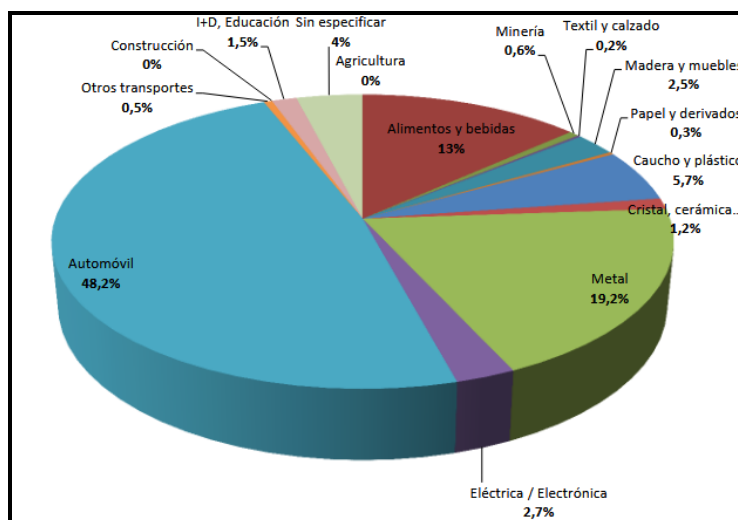


Figura 6 Distribució de robots per sectors. Any 2016. Font: AER-ATP

Cal remarcar que un percentatge alt del sector automòbil (Taula 2) pertany al sector del metall ja que aquest estudi exclou tots els components destinats a l'automoció dels seus grups d'origen. És a dir, que una peça procedent del sector metall amb destinació al sector de l'automòbil es comptabilitza al sector automòbil i no al sector metall.

Taula 2. Distribució dels robots per sectors. Any 2016. Font: AER-ATP

	Sectores 2016	Cartesiano / Lineal	SCARA	Articulado	Cilíndrico / Esférico	Paralelo	Total uds.
	<b>Metal</b>		<b>14</b>	<b>584</b>		<b>21</b>	<b>619</b>
24	Fabricación de metales básicos (p.e. hierro, acero, aluminio, cobre...)		3	372		21	396
25	Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipamientos (excluyendo partes de automóvil)			130			130
28	Fabricación de maquinaria industrial		11	82			93
293	<b>Fabricación de partes y accesorios para vehículos a motor</b>		<b>29</b>	<b>993</b>		<b>1</b>	<b>1.023</b>
2931	Productos metálicos		14	752		1	767
2932	Caucho y plástico		14	159			173
2933	Eléctrico/Electrónico		1	16			17
2934	Vidrio			13			13
2939	Otros			43			43

Per tant davant d'un entorn industrial que avança tant ràpidament cap a l'automatització cal també adaptar els currículums dels cicles formatius per estar al dia del que s'esdevé a les empreses del nostre teixit industrial amb la finalitat de dotar els alumnes de les capacitats que els facilitin la seva incorporació al món laboral i permetin exercir amb èxit la seva professió. En el cas concret del projecte present el que es pretén es formar tècnics especialistes en fabricació mecànica que a la vegada siguin capaços d'operar amb braços robòtics (robots articulats a l'estudi de l'AER-ATP) que són els que tenen més presència amb diferència a les noves instal·lacions.



### 1.3 Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és l'adaptació i actualització del currículum del *Cicle Formatiu de Grau Mitjà de Mecanització* a les noves necessitats i realitats del sector amb la creació d'un nou mòdul professional tenint en compte els següents punts:

- Definir la relació d'Unitats Formatives (UF) i Nuclis Formatius (NF).
- Definir les estratègies metodològiques i organització del mòdul professional.
- Definir l'avaluació i qualificació del mòdul professional.
- Definir els espais, equipaments i recursos del mòdul professional.
- Programació d'Unitats Formatives (UF). Resultats d'Aprenentatge (RA), Criteris d'Avaluació (CA) i Continguts (C), activitats d'ensenyament i aprenentatge, metodologia, Instruments d'Avaluació (IA) i recuperació i espais, equipaments i recursos.

Amb tot això caldria esperar els següents resultats:

- Millorar la inserció laboral dels alumnes que la vegada pot revertir en un augment del nombre de matriculats en els cicles de formació professional.
- Actualització dels coneixements dels professors de formació professional, que haurà de revertir de forma directa en un augment de la seva motivació i la millora de la formació dels alumnes.
- Augment de la competitivitat de les empreses amb alumnes millor preparats, que afavoreix el teixit empresarial de la zona i millora la relació dels centres docents amb les empreses.
- Possibilitat de fer cursos especialitzats en robòtica industrial i obtenir ingressos per millorar les instal·lacions i equipaments del centre.

## 2 Identificació i context del problema

### 2.1 El centre i l'entorn

El centre formatiu es troba a la comarca del Baix Llobregat en una població d'uns 27000 habitants amb un percentatge d'immigració mitjà i un nivell econòmic i socio-cultural mitjà-baix.

És una zona amb una forta presència industrial amb algunes grans empreses multinacionals com Almirall o CELSA. Aquesta última, del sector del metall, dona feina a una gran part de la població. Els principals sectors són el metal·lúrgic (acers, laminats, transformats metàl·lics, maquinària, accessoris per a automòbils), l'electrònic, el químic (plàstics i productes farmacèutics) i del paper i les arts gràfiques. Hi ha també indústries alimentàries (farines i pinsos), de la construcció, de construcció d'embarcacions esportives, tallers i magatzems. A poc més de 3 km es troba Martorell on cal destacar la presència de SEAT i Inovyn Solvay.

En el cas de les famílies que porten els seus fills al centre, hi ha aproximadament un 15% d'alumnat extracomunitari (sobretot magribí i també de Sud-Amèrica), a més d'un percentatge sense determinar d'alumnes provinents d'altres poblacions de Catalunya i de la resta de l'Estat. El centre té una infraestructura totalment adequada a la seva funció ja que l'any 2007 va patir un procés d'ampliació i reforma de l'edifici. Aquesta ampliació ha suposat, entre altres coses, un edifici annex que conté totes les aules dels cicles formatius.

El centre té 27 grups classe d'ESO, 5 de batxillerat, 12 de cicles formatius (8 de grau mitjà i 4 de superior), 1 grup CAS i 2 de PFI. En total 46 grups.

Els cicles formatius que es cursen es classifiquen a la Taula 3.

*Taula 3. Relació de cicle formatius que ofereix el centre.*

CFGM	CFGS
Mecanització	Administració i finances
Soldadura i caldereria	Sistemes electrotècnics i automatitzats
Gestió administrativa	
Instal·lacions elec. i automàtiques	

És un centre que participa activament en activitats relacionades amb l'entorn i que hi manté una bona vinculació. Cal destacar la impartició de cursos de formació per la inserció laboral de treballadors aturats a través del Servei d'Ocupació de Catalunya (SOC). Els cursos els realitzen alguns professors del centre a les pròpies instal·lacions. D'aquesta manera tant els professors com el centre obtenen uns ingressos extres que serveixen a l'institut per millorar/renovar les instal·lacions i recursos. Aquest curs s'ha adquirit un nou centre de mecanitzat cnc per al cicle formatiu de mecanització gràcies a una bona part d'aquests ingressos.

## 2.2 El cicle formatiu

El *CFGM de Mecanització* té una durada de 2000 hores de les quals 383 corresponen a la Formació en Centres de Treball (FCT). Hi ha la possibilitat d'obtenir el títol de *tècnic mitjà en caldereria i soldadura* amb un any més de formació en el mateix centre.

El seu perfil professional queda determinat, en part, per la seva competència general, que s'indica al Decret 119/112, de 9 d'octubre<sup>4</sup>, i que diu el següent:

*“La competència general d'aquest títol consisteix en executar els processos de mecanització per arrencament de ferritja, conformat i procediments especials, preparant, programant, operant les màquines eines i verificant el producte obtingut, complint amb les especificacions de qualitat, seguretat i protecció ambiental”.*

I les principals ocupacions i llocs de treball del tècnic en mecanització com també indica el Decret 119/112, de 9 d'octubre són les següents:

- a) Personal ajustador operari de màquines eina.*
- b) Personal polidor de metalls i afilador d'eines.*
- c) Personal de màquines per treballar metalls.*
- d) Personal operador de màquines eina.*
- e) Personal operador de robots industrials*
- f) Personal treballador de la fabricació d'eines, mecànic i ajustador, modelista matricer i similars.*
- g) Personal torner, fresador i mandrinador.*

Una d'elles és la d'operador de robots industrials que actualment no és una opció real una vegada finalitzat el cicle. És per això que aquest projecte proposa la introducció d'un nou mòdul de programació de robots industrials que detallarem més endavant.

---

<sup>4</sup> <http://xtec.gencat.cat/ca/curriculum/professionals/fp/titolslloe/fabmecanica/>

### 2.2.1 Organització actual dels mòduls del cicle formatiu

L'organització actual dels mòduls durant els 2 cursos del *Cicle Formatiu de Grau Mitjà de Mecanització* és la que es mostra a la Taula 4.

Cal destacar que aquesta organització està adaptada al centre i no correspon exactament al que marca el currículum d'ensenyament. El motiu d'aquesta adaptació és la introducció del mòdul 4 *Soldadura en atmosfera natural* per així realitzar un primer curs en comú tant pel *Cicle Formatiu de Grau Mitjà de Mecanització* com pel *Cicle Formatiu de Grau Mitjà de Soldadura*, i que posteriorment permet obtenir les dues titulacions en només 3 anys.

*Taula 4. Organització actual dels mòduls del Cicle Formatiu de Grau Mitjà de Mecanització.*

*\*Aquest mòdul està inclòs per fer un 1r curs comú entre els dos cicles formatius (mecanització i soldadura)*

Curs 1r		
Mòduls	Hores Màx-Mín.	HLLD
03 Fabricació per tall i conformat	100	0
04 Fabricació per arrencament de ferritja	165	0
06 Interpretació i representació gràfica	132-99	33
07 Metrologia i assajos	99	0
04 Soldadura en atmosfera natural*	99	0
08 FOL	99	0
10 Anglès tècnic	99	0
Hores Lectives	793	
Curs 2n		
Mòduls	Hores Màx-Mín.	HLLD
01 Processos de mecanització	99	0
02 Mecanització per control numèric	231	0
03 Fabricació per abrasió	99	0
04 Fabricació per arrencament de ferritja	132	0
05 Sistemes automatitzats	132	0
09 EIE	66	0
11 Síntesi	66	0
Hores Lectives	825	
12 FCT	383	0

### 3 Descripció de la proposta

#### 3.1 Viabilitat

Al ser un mòdul propi dissenyat pel centre, com a projecte especial de centre, caldrà seguir les instruccions establertes en la Resolució que aprova el document *“Documents per a l'organització i la gestió dels centres. Cicles de formació professional. Curs per a l'accés al grau mitjà i curs de preparació per a la incorporació als cicles formatius de grau superior”* on s'especifiquen les diferents opcions a seguir per la distribució de les Hores de Lliure Disposició (HLLD). En aquest cas s'ha optat per l'opció següent:

*“Generar un o més mòduls professionals nous. Les hores de lliure disposició assignades als diferents mòduls professionals es poden utilitzar, totes o una part, per generar un o més mòduls professionals nous, en el marc d'un projecte del centre, amb comunicació a la Direcció General de Formació Professional Inicial i Ensenyaments de Règim Especial, dels nous mòduls professionals introduïts pel centre. En aquest cas el centre ha de definir la unitat o unitats formatives del/s nou/s mòdul/s professional/s, així com els resultats d'aprenentatge, criteris d'avaluació i continguts de cadascuna d'aquestes”.*

I a més s'ha complert amb les especificacions que el mateix document indica i que es detallen seguidament:

*“Mòduls professionals nous creats amb hores de lliure disposició*

*El centre pot crear mòduls professionals nous amb hores de lliure disposició per donar resposta a les necessitats de l'entorn productiu, sempre que estiguin relacionades amb el perfil professional, no siguin repetició de continguts referits a competències assolides en etapes educatives anteriors i es corresponguin amb el nivell de qualificació del cicle formatiu. La comunicació de la creació de nous mòduls professionals amb les hores de lliure disposició, que ha de tenir almenys 33 hores, l'ha de fer el director o directora del centre en un escrit raonat als serveis territorials o al Consorci d'Educació de Barcelona en què ha de detallar, almenys, la informació següent:*

- *Nom i durada del nou mòdul professional i de la o les unitats formatives que el componen.*
- *Nom dels mòduls professionals dels quals s'han utilitzat les hores de lliure disposició.*
- *Justificació de la creació del mòdul professional nou.*
- *Calendari d'impartició.*
- *Especialitat o requisits acadèmics que reuneixen els professors als quals s'assigna.*
- *Resultats d'aprenentatge, criteris d'avaluació i continguts de la o les unitats”*

#### 3.2 Nova organització dels mòduls

Per aplicar aquesta nova proposta cal introduir un nou mòdul al cicle aprofitant les hores de lliure disposició que sortiran del mòdul 6 *Interpretació i representació gràfica*.

D'aquesta manera es disposarà de 33 hores que formaran part del nou mòdul de *Programació de robots industrials* que es realitzarà una vegada finalitzat el mòdul 5 *Sistemes automatitzats*. Per tant el mòdul 5 *Sistemes automatitzats* servirà per introduir i reforçar les bases abans de l'inici del mòdul *Programació de robots industrials* on es treballarà en una formació molt específica i especialitzada.

Tal i com s'indicava anteriorment, entre les principals ocupacions i llocs de treball, en cap cas s'indica cap ocupació relacionada amb oficina tècnica ni disseny. Per tant amb les hores mínimes del mòdul 6 *Interpretació i representació gràfica* és suficient perquè els alumnes assoleixin els coneixements necessaris per l'entorn laboral on desenvoluparan la seva professió. Per tant s'opta per agafar les 33 HLLD del mòdul 6 i aprofitar-les per la creació del nou mòdul de programació de robots industrials.

Per tant la nova distribució dels mòduls s'indica a la Taula 5:

*Taula 5. Nova organització dels mòduls del cicle formatiu de grau mitjà de mecanització.*

*\*Aquest mòdul està inclòs per fer un 1r curs comú entre els dos cicles formatius (mecanització i soldadura)*

Curs 1r		
Mòduls	Hores Màx-Mín.	HLLD
03 Fabricació per tall i conformat	100	0
04 Fabricació per arrencament de ferritja	165	0
06 Interpretació i representació gràfica	<del>132-99</del>	<del>33</del>
07 Metrologia i assajos	99	0
04 Soldadura en atmosfera natural*	99	0
08 FOL	99	0
10 Anglès tècnic	99	0
Hores Lectives	760	
Curs 2n		
Mòduls	Hores Màx-Mín.	HLLD
01 Processos de mecanització	99	0
02 Mecanització per control numèric	231	0
03 Fabricació per abrasió	99	0
04 Fabricació per arrencament de ferritja	132	0
05 Sistemes automatitzats	132	0
09 EIE	66	0
11 Síntesi	66	0
13 Programació de robots industrials	33	0
Hores Lectives	858	
12 FCT	383	0

- Per què crear un nou mòdul i no programar aquesta activitat dintre del mòdul 5 Sistemes automatitzats?

El principal motiu pel qual es proposa crear un nou mòdul és desvincular totalment aquesta activitat d'un mòdul molt genèric (*5 Sistemes automatitzats*) que segons el professor que la imparteixi pot no realitzar aquesta formació segons el seu criteri i els seus coneixements.

Donada la importància del nou mòdul *13 Programació de robots industrials* i l'alta especialització que requereix per part del docent és necessari que el professor que l'hagi d'impartir conegui la matèria a fons. Es tracta al cap i a la fi de consolidar un mòdul que doni un alt valor afegit al cicle formatiu que s'imparteix al centre.

### 3.3 Descripció del nou mòdul

- Mòdul professional 13: Programació de robots industrials
- Durada: 33 hores
- Hores de lliure disposició: no se n'assignen
- Unitats formatives que el componen: UF 1: Programació de robots industrials.

El professor encarregat d'impartir aquest nou mòdul seria un PT611, que és el mateix que s'encarrega del mòdul *5 Sistemes automatitzats*.

#### 3.3.1 Nuclis formatius

El mòdul que consta d'una única UF es dividirà en tres nuclis formatius que detallem a la Taula 6.

*Taula 6. Relació dels nuclis formatius amb els continguts, resultats d'aprenentatge, criteris d'avaluació i durada.*

Nucli formatiu	Continguts	RA	CA	Hores
<b>NF1</b> Introducció al robot industrial i seguretat	1,2,3	1	1.1,1.2,1.3	3
<b>NF2</b> Programació del robot	4,5,6,7,8,9,10	1	1.4,1.5,1.6,1.7, 1.8,1.9,1.10	24
<b>NF3</b> Programació de la visió artificial	11,12	2	2.1,2.2,2.3	6

El nucli formatiu 1 té com a objectiu conèixer les parts principals del robot, els seus sistemes de seguretat i les normes d'utilització.

El nucli formatiu 2 té com a objectiu donar totes les eines necessàries a l'alumne per poder programar un robot industrial.

El nucli formatiu 3 té com a finalitat donar les eines necessàries per crear un patró amb la visió artificial i implementar-lo al programa del robot.

### 3.3.2 Estratègies metodològiques i organització del mòdul professional

La metodologia utilitzada en aquest mòdul serà principalment mitjançant pràctiques fent ús del simulador Roboguide de Fanuc i la cel·la robotitzada Fanuc. Com a norma general es realitzaran classes magistrals introductòries a cada sessió, recolzades amb mitjans audiovisuals, on es realitzaran principalment demostracions pràctiques amb el simulador i es mostraran vídeos amb exemples reals relacionats amb el contingut tractat a la sessió. Seguidament els alumnes realitzaran les seves activitats al simulador i a la cel·la robotitzada quan es doni el cas.

Aquest mòdul girarà entorn d'un únic projecte que s'anirà desenvolupant de forma progressiva mitjançant activitats clarament definides. El projecte consistirà en que els alumnes siguin capaços de programar el robot i la visió artificial per tal de simular una aplicació de manipulació i càrrega/descàrrega molt comuna en l'entorn en el que desenvoluparan la seva carrera professional. És a dir, desplaçar el robot fins a un punt 1, on recollirà una peça/objecte reconeguda per la visió artificial i el traslladarà fins a un punt 2 fent una trajectòria determinada.

És important dir que hi ha marge d'adaptació segons l'evolució del grup per ampliar el projecte si fos necessari. Cal tenir en compte que aquesta tecnologia és molt avançada i que l'aprofitament que s'obté en aquest mòdul és relativament baix; es poden afegir fàcilment obstacles, sensors, pinces, etc. per augmentar la dificultat dels exercicis.

Degut a la dificultat que presenta aquest mòdul és important desdoblar-lo al 100% per atendre a tots els alumnes en les condicions més idònies.

### 3.3.3 Avaluació i qualificació del mòdul professional

L'avaluació del mòdul es farà de forma contínua al llarg de la seva durada.

Es necessitarà un 75% d'assistència per tenir dret a avaluació contínua.

Per poder superar el mòdul s'ha d'aprovar la UF amb un mínim d'un 5.

La qualificació final del mòdul professional serà igual a la qualificació de la unitat formativa 1.

$$Q_{MP} = Q_{UF1}$$

Essent:

$Q_{MP}$  = Qualificació Mòdul professional

$Q_{UF1}$  = Qualificació Unitat Formativa 1

### 3.3.4 Espais, equipaments i recursos del mòdul professional

El cicle formatiu de mecanització disposa d'una única aula (Metrologia i assajos) que podria ser adequada per la realització del nou mòdul de *Programació de robots industrials*. Aquesta aula compleix amb 3 requisits importants com són la superfície, la disposició de 20 ordinadors i un projector. Una altra aula on podria ser interessant impartir aquest mòdul seria l'aula de CNC que té una superfície molt similar a la de Metrologia i assajos, de manera que s'agruparien en una sola classe les màquines d'alta tecnologia. L'únic inconvenient actualment és la falta d'espai degut a la presència de 3 màquines de cnc de gran volum. El centre té prevista una ampliació de l'aula a curt termini que permetria fer-ne ús.



De totes maneres la cel.la robòtica (Figura 11) que ofereix l'empresa FANUC està disponible amb una estructura d'alumini amb rodes que permet traslladar-la amb relativa facilitat i poder així fer-ne un ús en altres aules del centre quan convingui.

### 3.3.5 Programació de la Unitat Formativa

#### 3.3.5.1 Resultats d'aprenentatge, criteris d'avaluació i continguts

**RA1.** Programa robots utilitzant tècniques de programació i processament de dades en les condicions de seguretat requerides.

*Taula 7. Criteris d'avaluació corresponents als resultats d'aprenentatge 1.*

CA	
1.1	Té en compte les mesures de seguretat requerides
1.2	Identifica les parts del controlador
1.3	Identifica les parts de la consola de programació
1.4	Planifica la trajectòria de moviment del robot
1.5	Configura una eina
1.6	Planifica i configura els sistemes de referència (Plans de treball)
1.7	Identifica les senyals d'entrada i sortida
1.8	Crea una trajectòria
1.9	Edita un programa
1.10	Integra la programació del robot dins d'una cel.la robotitzada

**RA2.** Programa el sistema de visió artificial.

*Tabla 8. Criteris d'avaluació corresponents als resultats d'aprenentatge 2.*

CA	
2.1	Identifica els paràmetres d'ajust de la visió.
2.2	Elabora el patró d'ajust de la visió.
2.3	Integra la programació de la visió artificial al programa del robot.

### Continguts<sup>5</sup>

#### 1. Seguretat

- 1.1 Parada d'emergència
- 1.2 Selector on/off de la consola (Teach pendant)
- 1.3 Interruptor home mort "deadman"
- 1.4 Reixat de seguretat
- 1.5 Senyalització visual
- 1.6 Interruptor de selecció de mode

#### 2. Descripció del controlador

##### 2.1 Descripció del SOP (Panell Operador Standar)

#### 3. Descripció de la consola de programació (Teach pendant)

<sup>5</sup> Extrets del manual "Fanuc Robotics Ibérica (2010). Controlador R30iA. Curso de programación TPE nivel B. V1.2B"

3.1 Barra d'estat i teclat de la consola

3.2 Navegació pels menús

4. Moviment del robot

4.1 Tecles de comandament pel moviment en mode manual

4.2 Selecció de sistema de coordenades

4.3 Selecció de la velocitat

4.4 Execució del tipus de moviment

4.5 Selecció del sistema de coordenades

4.6 Posició del robot en l'espai

5. Configuració d'una eina (Tool)

5.1 Punt de control de l'eina

5.2 Tipus d'eina

5.3 Mètodes de configuració

6. Referència usuari (User)

6.1 Sistemes de referència usuari

6.2 Mètodes de configuració

7. Entrades i sortides

7.1 Senyals I/O

7.2 Robot RI i RO

8. Creació d'una trajectòria

8.1 Creació d'un programa

8.2 Creació d'un punt

8.3 Execució d'un programa

9. Edició de programa

9.1 Arbre de l'editor

9.2 Registre de posició per defecte

9.3 Modificar una posició

9.4 Editor de comandaments

10. Instruccions bàsiques del software

11. Edició visió artificial

12. Integració visió al robot

### 3.3.5.2 Activitats d'ensenyament i aprenentatge

Taula 9. Activitats E/A del Nucli Formatiu 1 A1.

NF1 Introducció al robot industrial i seguretat ( 3 hores)						
Activitats d'ensenyament i aprenentatge			RA	Continguts	Avaluació	
					CA	Instruments d'avaluació
	A1. Introducció al robot industrial i seguretat.	3 h.				
Descripció	<p>Explicació de les parts principals del robot i els elements de seguretat que incorpora. L'explicació es farà davant de la cel.la robotitzada per mostrar cada un d'aquests elements i amb recolzament de mitjans audiovisuals.</p> <p>Prova escrita (PE1) "Introducció al robot industrial i seguretat".</p>		1	<p><b>1</b> (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6)</p> <p><b>2</b> (2.1)</p> <p><b>3</b> (3.1, 3.2)</p>	<p><b>1.1</b></p> <p><b>1.2</b></p> <p><b>1.3</b></p>	Prova escrita (PE1)

Taula 10. Activitats E/A del Nucli Formatiu 2 A1.

NF2 Programació del robot (24 hores)						
Activitats d'ensenyament i aprenentatge			RA	Continguts	Avaluació	
					CA	Instruments d'avaluació
	A1. El robot a l'espai.	12 h.				
Descripció	<p>Classe magistral recolzada amb mitjans audiovisuals i el simulador sobre el moviment del robot. Posteriorment es realitzarà una demostració a la cel.la robotitzada. (1,5h)</p> <p>Classe magistral recolzada amb mitjans audiovisuals i el simulador sobre el procediment per configurar una eina. Demostració posterior a la cel.la robotitzada. (1,5h)</p> <p>Pràctica simulador (PS1) "Configuració de l'eina" (Figura 7). Els alumnes, de forma individual, hauran de configurar una eina al simulador.(3h)</p> <p>Classe magistral recolzada amb mitjans audiovisuals i el simulador sobre el procediment per crear un pla de treball. Demostració posterior a la cel.la robotitzada. (3h)</p> <p>Pràctica simulador (PS2) "Creació de plans de treball" (Figura 8). Els alumnes, de forma individual, hauran de crear dos plans de treball al simulador. (3h)</p>		1	<p><b>4</b> (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6)</p> <p><b>5</b> (5.1, 5.2, 5.3)</p> <p><b>6</b> (6.1, 6.2)</p>	<p><b>1.4</b></p> <p><b>1.5</b></p> <p><b>1.6</b></p>	<p>Pràctica simulador (PS1) Entrega digital</p> <p>Pràctica simulador (PS2) Entrega digital</p>

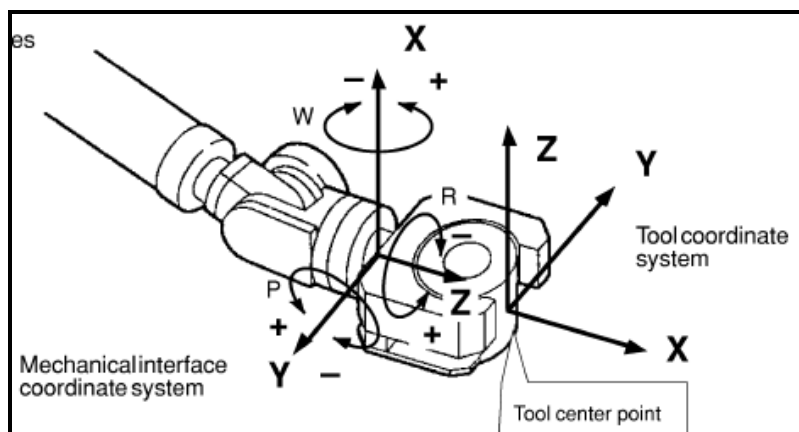


Figura 7 Configuració de l'eina. Font: [www.fanuc.eu](http://www.fanuc.eu)

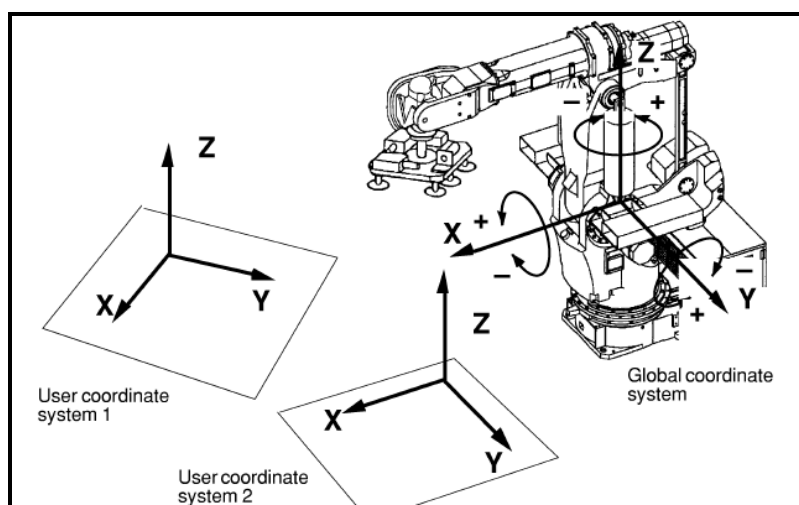


Figura 8 Creació de plans de treball. Font: [www.fanuc.eu](http://www.fanuc.eu)

Taula 11. Activitats E/A Nucli Formatiu 2 A2.

NF2 Programació del robot ( 24 hores)						
Activitats d'ensenyament i aprenentatge			RA	Continguts	Avaluació	
					CA	Instruments d'avaluació
	A2. Senyals (entrades i sortides)	3 h.	1	7 (7.1, 7.2)	1.7	Prova escrita (PE2)
Descripció	Classe magistral recolzada amb mitjans audiovisuals sobre les senyals del robot, el seu ús i configuració. (2,5h)  Prova escrita tipus test (PE2) "Senyals". (1h)					

Taula 12. Activitats E/A Nucli Formatiu 2 A3.

NF2 Programació del robot ( 24 hores)						
Activitats d'ensenyament i aprenentatge			RA	Continguts	Avaluació	
					CA	Instruments d'avaluació
	A3. Creació del programa.	9 h.				
Descripció	<p>Classe magistral recolzada amb mitjans audiovisuals i simulador sobre la creació de trajectòries. (1,5h)</p> <p>Pràctica simulador (PS3) "Creació d'una trajectòria d'un punt 1 a un punt 2" (Figura 9). (3h)</p> <p>Classe magistral recolzada amb el projector i el simulador sobre l'edició/modificació i instruccions bàsiques de programació. (1,5h)</p> <p>Pràctica simulador (PS4) "Creació d'una trajectòria d'un punt 1 a un punt 2 traslladant un objecte que es troba al punt 1 i deixant-lo al punt 2". (3h)</p>		1	<p><b>8</b> (8.1, 8.2, 8.3)</p> <p><b>9</b> (9.1, 9.2, 9.3, 9.4)</p> <p><b>10</b></p>	<p><b>1.8</b></p> <p><b>1.9</b></p> <p><b>1.10</b></p>	<p>Pràctica simulador (PS3) Entrega digital</p> <p>Pràctica simulador (PS4) Entrega digital</p>

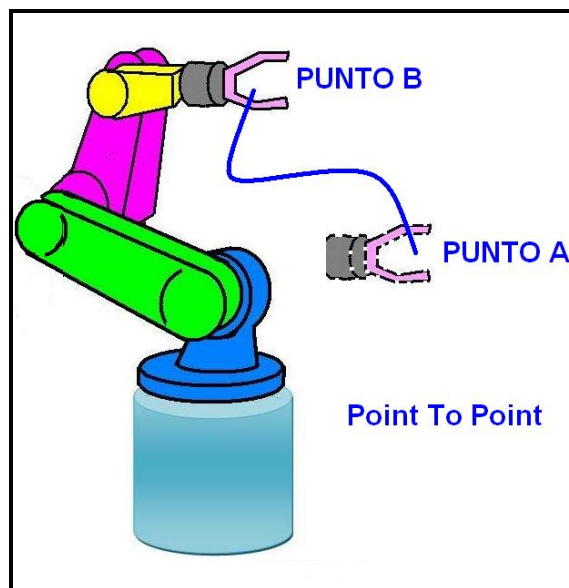


Figura 9 Trajectòria robot de punt A a punt B. Font: coparoman.blogspot.com

Taula 13. Activitats E/A Nucli Formatiu 3 A1.

NF3 Programació de la visió artificial ( 6 hores)						
Activitats d'ensenyament i aprenentatge			RA	Continguts	Avaluació	
					CA	Instruments d'avaluació
	A1. Visió artificial	6 h.				
Descripció	Classe magistral recolzada amb el projector i el simulador sobre el funcionament i la creació del patró de la visió artificial i la integració al programa del robot. (1h)		2	11	2.1	Pràctica simulador (PS5)
	Pràctica simulador (PS5) “Creació del patró de la visió artificial de l'objecte a traslladar” (Figura 10). Els alumnes, de forma individual, hauran de crear el patró d'un objecte amb la visió artificial. (2h)			12	2.2	Entrega digital
	Pràctica simulador (PS6) “Implementació del programa patró de la visió al programa del robot”. Els alumnes, de forma individual, implementaran el patró del programa de la visió al programa del robot (3h)				2.3	Pràctica simulador (PS6) Entrega digital

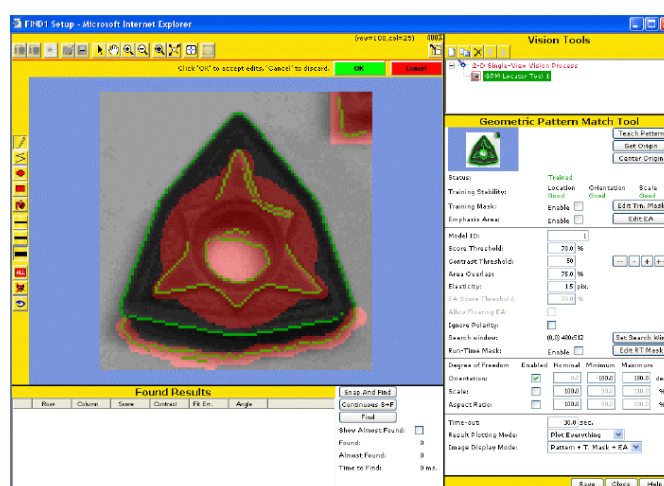


Figura 10 Visió artificial IRvision. Font: [www.fanuc.eu](http://www.fanuc.eu)

### 3.3.5.3 Instruments d'avaluació del mòdul professional

L'avaluació de la UF es farà mitjançant les activitats que els alumnes realitzaran al llarg de la formació. Les pràctiques al simulador (PS) s'entregaran en un arxiu digital on hi consti l'arxiu de la simulació, el codi del programa i un arxiu en format word on es detalli el procediment seguit per a la realització de la pràctica.

**PE1** Prova escrita. Introducció al robot industrial i seguretat.

**PS1** Configuració de l'eina.

**PS2** Creació de plans de treball. (Necessari haver realitzat PS1).

**PE2** Senyals.

**PS3** Creació d'una trajectòria d'un punt 1 a un punt 2. (Necessari haver realitzat PS1 i PS2).

**PS4** Creació d'una trajectòria d'un punt 1 a un punt 2 traslladant un objecte que es troba al punt 1 i deixant-lo al punt 2. (Necessari haver realitzat PS1, PS2 i PS3).

**PS5** Creació del patró de la visió artificial de l'objecte a traslladar.

**PS6** Implementació del programa patró de la visió al programa del robot. (Necessari haver realitzat PS1, PS2, PS3, PS4 i PS5).

El pes de cada activitat es mostra a la Taula 14:

*Taula 14. Qualificació dels resultats d'aprenentatge en funció dels instruments d'avaluació (en %).*

	Resultats aprenentatge	Instruments d'avaluació (%)							
		PE1	PS1	PS2	PE2	PS3	PS4	PS5	PS6
NF1 (3h)	RA 1	10							
NF2 (24h)	RA 1		15	15	10	15	35		
NF3 (6h)	RA 2							50	50

### 3.3.5.4 Avaluació i qualificació dels Resultats d'Aprenentatge de la Unitat Formativa.

L'avaluació de la UF es farà de forma contínua al llarg de la seva durada.

Es necessitarà un 75% d'assistència per tenir dret a avaluació contínua.

Per poder superar la UF s'han d'aprovar tots els resultats d'aprenentatge amb un mínim d'un 5.

La qualificació final de la unitat formativa ( $Q_{UF1}$ ) serà la mitja ponderada dels diferents RA en funció de la seva durada:

$$Q_{UF1} = (0,8 * RA1 + 0,2 * RA2)$$

Essent:

$Q_{UF1}$ =Qualificació Unitat Formativa 1

En cas de no superar la UF de forma contínua es realitzarà una prova en el període establert pel centre. Aquesta prova constarà d'una part escrita i una part pràctica.



### 3.4 Nous equips i recursos

Per poder dur a terme el mòdul que es proposa serà necessari equipar-se amb nous recursos que es detallen a continuació:

#### 3.4.1 Cel·la robotitzada Fanuc i simulador Fanuc Roboguide.

La cel·la està formada per un robot de 6 eixos amb pinça elèctrica i el hardware corresponent. Tot això instal·lat en una estructura d'alumini amb tancaments i rodes. Amb els tancaments la cel·la queda totalment aïllada de l'exterior per evitar accidents per atrapaments o impactes. Amb les rodes es permet traslladar fàcilment tot el conjunt de manera fàcil per poder fer-ne ús en altres aules del centre. Es tracta d'un robot articulat segons la Figura 3 de l'estudi de l'AER-ATP. Si ens fixem en les dades aportades en aquest estudi ens adonem ràpidament que aquest tipus de robot forma part de la majoria dels robots instal·lats (Taula 1 i Taula 2).



Figura 11. Academic package FANUC. Font: [www.fanuc.eu](http://www.fanuc.eu)

El pack inclou també el simulador amb el qual els alumnes realitzaran les seves pràctiques de manera virtual però amb tot detall del que es trobaran després a la cel·la robotitzada.



Figura 12. Simulador Roboguide FANUC. Font: [www.hellopro.fr](http://www.hellopro.fr)

### 3.4.1.1 Formació docents

L'empresa subministradora del paquet formatiu ofereix la formació als docents que es faran càrrec de la formació al centre. Disposa a més d'aules pròpies a la central de Castelldefels on poder rebre cursos de formació a tots els nivells.

### 3.4.1.2 Servei tècnic

L'empresa que subministra aquest material té la seva seu a Castelldefels i per tant és un aspecte important a l'hora de rebre un servei tècnic adequat. Disposa de material de recanvi urgent ja que es tracta d'una multinacional amb un important posicionament a la indústria de tot el país.

### 3.4.1.3 Pressupost

El cost de la cel·la robotitzada que caldria incorporar al centre té un cost de 14.999 euros, que correspon al Pack 4 de les quatre possibles opcions disponibles i és la que inclou tots els extrems possibles. Entre aquest extrem hi ha la visió artificial IR-Vision, una pinça elèctrica Schunk i l'estructura amb rodes que fa de protecció i a la vegada permet traslladar fàcilment tot el conjunt per fer-ne ús en altres aules del centre. Tots els packs inclouen ja les 20 llicències del simulador.

Com ja s'ha comentat anteriorment el centre realitza formació del Servei d'Ocupació de Catalunya i amb aquesta nova adquisició cabria la possibilitat d'ampliar el nombre de cursos que es realitzen i així poder obtenir ingressos extrems per finançar aquesta nova tecnologia i poder millorar-la més endavant si fos necessari.

# Academic Package

ITEMS		Pack 1	Pack 2	Pack 3	Pack 4
LR Mate 200iD4S		X	X	X	X
iR-Vision			X		X
Pack Software					
- Collision Detection	- FTP Interface				
- Program Shift	- Motion Optimisation				
- DCS Position/Speed Check	- Condition Monitor	X	X	X	X
- Multi Tasking	- Constant Path				
- DCS Safe I/O Connect	- High Speed Skip				
Roboguide 20 Lic.		X	X	X	X
Estructura				X	X
Schunk Electric Gripper					X
TOTAL		11.999	13.999	13.999	14.999

Figura 13. Preus dels packs acadèmics FANUC

### 3.5 Limitacions

A continuació es descriuen les limitacions i mancances que han aparegut durant el projecte i les decisions que s'han pres per poder afrontar-les:

- **Poca capacitat de reorganitzar els mòduls del cicle.**

Aquest fet es deu a que el centre ofereix la possibilitat d'obtenir 2 cicles formatius en 3 anys i per tant el primer curs és comú entre aquest dos cicles. Això implica que les modificacions en quant a reestructurar els mòduls queda molt limitada. L'únic aspecte a tenir en compte en la planificació és la realització del nou mòdul una vegada es finalitzi el *M5 Sistemes automatitzats* que servirà com a preparació prèvia d'aquest.

Serà necessari adaptar la programació dels mòduls dels quals s'extreuen les hores de lliure disposició. En aquest projecte només s'ha proposat el mòdul d'on s'extraïen les hores de lliure disposició i caldria per tant tornar a programar-lo tenint en compte les hores de les que disposaria.

- **Poca disponibilitat d'hores de lliure disposició**

Aquest ha sigut un dels principals problemes a l'hora d'introduir el nou mòdul al cicle. Les 33 hores per dur a terme el nou mòdul s'han extret del mòdul d'interpretació i representació gràfica tenint en compte que els altres mòduls no disposen d'hores de lliure disposició ja que estan destinades al mòdul de *soldadura en atmosfera natural* que comparteixen els cicles de mecanització i soldadura.

Si l'administració fos més flexible i donés més autonomia als centres per adaptar-se a les circumstàncies de l'entorn possiblement es podrien extreure hores d'altres mòduls amb menys pes en quant als continguts que faciliten inserció laboral dels alumnes i així disposar de més hores per la realització del nou mòdul.

- **Execució del projecte**

Aquest projecte es una proposta que com és evident no s'ha pogut dur a terme pel cost que implica. Per això cal comentar que el contingut que es mostra és una proposta inicial que serviria com a punt de partida pel centre, i per tant, els responsables de posar-lo en marxa haurien de fer-ne un seguiment i avaluació tenint en compte tots els agents implicats per tal de garantir-ne la correcta implantació i posterior millora.

- **Alt cost del projecte**

Quedaria per determinar si el centre estaria interessat realment en aquest projecte i si en pot assumir el cost, ja que possiblement per fer front a aquestes despeses caldria organitzar nous cursos de formació del Servei d'Ocupació que impliquen una sèrie de gestions que afecten una bona part del centre.

## **4 Avaluació i seguiment**

En aquest apartat es fa una proposta per realitzar el seguiment i l'avaluació del projecte en el cas que el centre determini que aquest es pot implantar amb totes les garanties mitjançant una avaluació prèvia.

### **1.Avaluació prèvia**

En aquest punt es comprova si el projecte és viable o no tenint en compte diferents aspectes:

- Context
- Justificació
- Normativa
- Recursos organitzatius
- Recursos materials i d'espais
- Recursos personals
- Recursos econòmics

A més es realitzarien enquestes en relació al nou mòdul per conèixer la percepció del alumnes, professors i empreses participants en la Formació en Centres de Treball:

- Enquesta d'opinió a les empreses que participen a la Formació en Centres de Treball (FCT) al centre. (annex 1.1)
- Enquesta d'opinió als alumnes del primer curs del cicle (annex 1.2)
- Enquesta d'opinió als alumnes de segon curs del cicle (annex 1.3)
- Enquesta d'opinió a l'equip docent afectat pel projecte (annex 1.4)

Els resultats d'aquesta avaluació prèvia determinaran si el projecte es posa en marxa o no. En el cas que es decideixi continuar el projecte es realitzarien les avaluacions que es mostren seguidament:

### **2.Avaluació paral·lela**

Aquesta avaluació es realitza durant l'execució del projecte mitjançant un informe de seguiment, incloent-hi els punts fort i febles i possibles millores i recomanacions. Aquest informe es realitza pel docent encarregat d'impartir el mòdul.

### **3.Avaluació final**

Una vegada finalitzi el projecte es realitzaran enquestes de satisfacció SEEQ (annex 1.5) als alumnes del curs per conèixer la seva opinió una vegada realitzada la formació.

### **4.Avaluació posterior**

Mitjançant aquesta avaluació es comprovarà la utilitat del nou mòdul a nivell professional. És a dir, que si aquesta millora facilita la inserció laboral dels alumnes que han realitzat aquesta formació i fins a quin punt els continguts s'adapten a les necessitats. Aquesta avaluació es realitzarà mitjançant una enquesta via correu electrònic als ex-alumnes del centre (annex 1.6).

## 5 Conclusions

La creació d'aquest mòdul és una millora al currículum del cicle formatiu que pretén adaptar-se a la realitat de l'entorn laboral que ens envolta i que permeti als alumnes tenir una nova perspectiva durant la seva formació. Tenint en compte l'evolució de l'automatització a la indústria seria necessari actualitzar amb major freqüència els continguts donant una major autonomia als centres.

A nivell organitzatiu es tracta d'un mòdul que no requereix d'una gran planificació ni programació en relació amb l'alt valor afegit que aportaria a la titulació. Penso que per part del professorat del departament corresponent no hi hauria problema en introduir aquest nou mòdul. Com ja s'ha comentat durant el treball els professors d'aquest departament aposten per la millora contínua del cicle i les noves tecnologies són benvingudes per la majoria dels docents. Actualment ja hi ha la possibilitat d'obtenir la titulació de mecànica i soldadura en només tres anys. Si a aquest model s'hi afegís la robòtica industrial a nivell d'operari tal i com es proposa en aquest projecte, el cicle formatiu donaria un gran salt qualitatiu, millorant la inserció laboral dels alumnes i a la vegada milloraria també la percepció de la formació professional per part de les famílies. Seria interessant que aquesta formació la realitzés un docent amb una plaça estable al centre. D'altra manera aquest mòdul tindria problemes per tenir una continuïtat que permetés la seva millora any rere any degut a la formació especialitzada que es requereix per tirar-lo endavant.

A nivell personal aquest projecte m'ha fet reflexionar sobre les dificultats a l'hora d'adaptar els currículums dels cicles formatius, ja que el marge de modificació que permet l'administració es resumeix en un reduït nombre d'hores de lliure disposició que en bona part es troben en els mòduls més importants del cicle. En el cas d'aquest projecte encara està més limitat degut a que el primer curs és comú entre els cicles de mecanització i soldadura i les possibilitats de modificació són molt escasses.

També cal comentar que aquest projecte s'ha realitzat a partir del meus coneixements del sector i no s'ha pogut disposar d'una cel·la robotitzada ni el simulador per poder contrastar si la proposta s'ajusta perfectament al que s'ha descrit. Per tant en aquest projecte queda definit el procés necessari per qualificar els alumnes com a operadors de robots industrials però caldria contrastar si és viable en quant al temps del que es disposa o per contra caldria realitzar alguns canvis.

Donat el cas que aquest mòdul es volgués implantar en el cicle seria important també realitzar un procés de seguiment i d'avaluació per detectar possibles mancances i així millorar contínuament la formació; amb una avaluació simultània i final del mòdul, detectant punts forts i febles, amb propostes de millora i recomanacions per cursos vinents, i finalment un seguiment a nivell professional de la utilitat dels continguts del nou mòdul analitzant la situació laboral dels alumnes titulats.

En quant al cost que s'ha plantejat per engegar aquest nou mòdul és de 15000 euros. És una inversió relativament alta que el centre pot recuperar mitjançant cursos del Servei d'Ocupació de Catalunya tal i com ja és fa actualment amb altres cursos de mecànica i soldadura que realitzen alguns dels docents del mateix centre i que s'utilitzen per renovar i millorar les instal·lacions. Cabria la possibilitat de que amb el temps algunes empreses beneficiades per aquesta nova formació acabessin col·laborant amb aportacions de material o econòmiques al centre i així també renovar, millorar i ampliar les instal·lacions si fos necessari.

Per finalitzar espero que aquest projecte pugui ser d'utilitat si algun dia el centre considera implantar aquest nou mòdul, o bé serveixi com a guia per altres centres que es plantegin introduir-lo.

## Bibliografia

- AER-ATP. (2017). Estudio completo 2017. Estadísticas de robótica industrial en España. Obtingut de <http://www.aer-automation.com/wp-content/uploads/2017/06/ESTUDIO-COMPLETO-2017.pdf>
- Cano, E., & León, J. (2018). Automatización del trabajo y proletariado inmaterial. [Blog] Obtingut de <https://www.elsaltodiario.com/el-rumor-de-las-multitudes/automatizacion-del-trabajo-y-proletariado-inmaterial> [Accedit 7 May 2018]
- Doménech, R., Ramón, J., Miriam, G., & Alejandro, M. (2018). ¿ Cuán vulnerable es el empleo en España a la revolución digital? *Observatorio Económico*, 1–16. Obtingut de <https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2018/03/Cuan-vulnerable-es-el-empleo-en-Espana-a-la-revolucion-digital.pdf>
- Fanuc Robotics Ibérica S.L (2010). Controlador R30iA. Curso de programación TPE nivel B. V1.2B”
- Gallego, A. (2017). “Ocupaciones en transformación: ¿A quién afectará el cambio tecnológico?”, Observatorio Social de la Caixa. Obtingut de <https://observatoriosociallacaixa.org/-/ocupaciones-en-transformacion-a-quien-afectara-el-cambio-tecnologico>
- Generalitat de Catalunya (2015). Decret 220/2015, de 6 d'octubre pel qual s'estableix el currículum del cicle formatiu de grau superior d'automatització i robòtica industrial. Obtingut de <http://xtec.gencat.cat/ca/currriculum/professionals/fp/titolsloe/electr/>.
- Generalitat de Catalunya (2012). Decret 119/112, de 9 d'octubre pel qual s'estableix el currículum del cicle formatiu de grau mitjà de mecanització. Obtingut de <http://xtec.gencat.cat/ca/currriculum/professionals/fp/titolsloe/fabmecanica/>.
- Generalitat de Catalunya, D. D. (2013). Documents per a l'organització i la gestió dels centres. Cicles de formació professional. Curs per a l'accés al grau mitjà i Curs de preparació per a la incorporació als cicles de graus superiors, 1–72. Obtingut de [http://educacio.gencat.cat/documents/IPCNormativa/DOIGC/CUR\\_FP.pdf](http://educacio.gencat.cat/documents/IPCNormativa/DOIGC/CUR_FP.pdf)
- García-Lombardía, P. (2018). Descubre la FP. Reflexiones sobre la Formación Profesional de Grado Medio y Superior en España. Obtingut de <http://www.descubrelafp.org/proyecto/reflexiones-sobre-fp-espana/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=fb1cf47330daeef27805f021db83fbf0>
- ICE-UPC. (s.f.). Student Experience of Education Questionnaire (SEEQ) adaptat amb el permís de Herb Marsh , University of Western Sydney, MacArthur , Australia. (n.d.). Obtingut de [https://www.ice.upc.edu/ca/innovacio-docent/eines\\_i\\_recursos/eines-upc/enquesta-de-satisfaccio-seeq](https://www.ice.upc.edu/ca/innovacio-docent/eines_i_recursos/eines-upc/enquesta-de-satisfaccio-seeq)

Uguina, J. R. M. (2017). El Impacto De La Robótica Y El Futuro Del Trabajo the Impact of Robotics and the Future of Work. Obtingut de <http://revistas.unam.mx/index.php/rfdm/article/download/62438/54922>